

Müller · Hoffmann & Partner - P.O. Box 80 12 20 - D-81612 München

Deutsches Patent- und Markenamt
80297 München

Dipl.-Ing. Frithjof E. Müller
Dr.-Ing. Jörg Peter Hoffmann
Dipl.-Ing. Dieter Kottmann
Dr. Bojan Savic, Dipl.-Chem.

Innere Wiener Strasse 17
D-81667 München

Telefon (ISDN): (089) 48 90 10 - 0
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-44
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-33
E-Mail: mail@mh-patent.de
Internet: www.mh-patent.de
AG München PR 314

Deutsche Patentanmeldung Nr. 102 48 736.7-52
Anmelder: LITEF GMBH
Unsere Akte: 53971

27.10.2003
Mü/Ko/My/rs

Auf den Prüfungsbescheid vom 9. April 2003

1. In der Anlage werden die folgenden Unterlagen eingereicht:

- 2x neue Patentansprüche 1 bis 8;
- 2x neue Beschreibungsseiten 2, 5, 5a bis 8.

2. Das Prüfungsverfahren soll mit den folgenden Unterlagen fortgeführt bzw. abgeschlossen werden:

- Neue Patentansprüche 1 bis 8 gemäß Anlage;
- Neue Beschreibungsseite 2 gemäß Anlage;
- Ursprüngliche Beschreibungsseiten 3 und 4;
- Neue Beschreibungsseiten 5, 5a bis 8 gemäß Anlage;
- Ursprüngliche Beschreibungsseiten 9 bis 12;
- Ursprüngliche Figurenblätter 1/4 bis 4/4 mit Figuren 1 bis 6.

3. Im neuen Patentanspruch 1 wurde der Anmeldungsgegenstand auf ein Verfahren für einen Corioliskreisler in Closed-Loop-Ausführung konkretisiert. Ferner wurden die Merkmale des ursprünglichen Patentanspruchs 3 mit in den neuen Patentanspruch 1 aufgenommen. Schließlich wurde noch spezifiziert, dass es sich bei dem interessierenden Nullpunktfehler um einen durch Überkopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung bewirkten Nullpunktfehler handelt. Analog wurde auch mit dem neuen Patentanspruch 6 (ursprünglicher Patentanspruch 7) verfahren.

BEST AVAILABLE COPY

Der neue Patentanspruch 2 entspricht dem ursprünglichen Patentanspruch 2. Die neuen Patentansprüche 3 bis 5 entsprechen den ursprünglichen Patentansprüchen 4 bis 6. Die neuen Patentansprüche 7 und 8 entsprechen den ursprünglichen Patentansprüchen 9 und 10.

4. Die Anmelderin kann die Auffassung der Prüfungsstelle, dass sämtliche Merkmale des ursprünglichen Patentanspruchs 1 durch die Druckschrift 1) (DE 199 39 998 A1) neuheitsschädlich vorweggenommen wären, nicht teilen. In der Druckschrift 1) wird keine Störkraft auf den Resonator des Corioliskreisels gegeben. Es werden lediglich Vorspannungssignale an den Resonator angelegt, die jedoch keine Änderung der Anregungsschwingung bewirken und damit nicht als Störsignale aufgefasst werden können. Stattdessen dienen die Vorspannungssignale lediglich dazu, den Drehratensensor zu neigen. Die in Spalte 1, Absatz 3 beschriebenen Testsignale, die auf die Beschleunigungssensoren gegeben werden, haben mit der in Spalten 2 und 3 beschriebenen Erfindung nichts zu tun und können damit auch nicht zur Neuheitsbetrachtung herangezogen werden, d. h. Spalte 1, Absatz 3 darf mit Spalten 2 und 3 nicht kombiniert werden.

Da die Kombination der Merkmale des ursprünglichen Patentanspruchs 1 somit in keiner der von der Prüfungsstelle zitierten Entgegenhaltungen gezeigt ist, ist selbst der ursprüngliche Patentanspruch 1 neu gegenüber sämtlichen von der Prüfungsstelle zitierten Entgegenhaltungen.

Analoge Überlegungen gelten für den nebengeordneten Patentanspruch 6.

5. Das Prinzip der durch den neuen Patentanspruch 1 definierten Erfindung ist, die Stärke der Übekopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung durch Modulation der Anregungsschwingung und anschließendes Beobachten des Auslesesignals zu bestimmen. Hierbei ist wesentlich, dass die Anregungsschwingung so moduliert wird, dass die Anregungsschwingung so wenig wie möglich gestört wird, jedoch ein möglichst großer "Durchschlag" auf das Auslesesignal beobachtet werden kann. Dies wird dadurch erreicht, dass die Störkraft eine Störfrequenz aufweist, deren Periode wesentlich kleiner als eine Zeitkonstante der Anregungsschwingung, jedoch in der Größenordnung oder größer als eine Zeitkonstante des Corioliskreisels ist. Durch Wahl einer derartigen Störfrequenz kann der oben beschriebene Effekt (geringe Änderung der Anregungsschwingung, jedoch großer "Durchschlag") bewirkt werden.

Der Ausdruck "Zeitkonstante des Corioliskreisels" ist hierbei zu verstehen als das Verhältnis $(\text{Güte des Corioliskreisels})/(\text{Resonanzfrequenz } \omega_{\text{Resonanz}} \text{ des Corioliskreisels})$. Dieser Ausdruck ist dem Fachmann geläufig.

Ein derartiges Verfahren, insbesondere die Wahl eines derartigen Störfrequenzwerts

ist in keiner der Entgegenhaltungen, insbesondere nicht in Druckschrift 1), gezeigt. Wie bereits erwähnt, offenbart das in Druckschrift 1) gezeigte Verfahren lediglich, durch entsprechendes Neigen des Corioliskreisels ein Quadratursignal im Auslesesignal des Corioliskreisels zu minimieren. Weiterhin wird kein separates Störsignal auf den Resonator gegeben. Auch liegen die in Druckschrift 1) und Druckschrift 2) (DE 199 10 415 A1) angegebenen Störfrequenzwerte nicht im erfindungsgemäßen Bereich. Jedoch kann gerade durch eine derartige Wahl des Störfrequenzwerts der gewünschte Effekt, die Anregungsschwingung so wenig wie möglich zu stören, jedoch einen möglichst großen "Durchschlag" auf das Auslesesignal zu bewirken, erzielt werden.

Analoge Überlegungen gelten für den nebengeordneten Patentanspruch 6.

Da der oben beschriebene Effekt in keiner der Entgegenhaltungen beschrieben bzw. angedeutet ist, beruhen die neuen Patentansprüche 1 und 6 auch auf einer erfinderischen Tätigkeit.

6. Die Beschreibung wurde an die neuen Patentansprüche 1 bis 8 angepasst. Desweiteren wurde der hierzu relevante Stand der Technik mit in die Beschreibungseinleitung aufgenommen.

7. Es wird gebeten, auf den Gegenstand der oben unter Ziffer 2 genannten Unterlagen ein Patent zu erteilen.

8. Sollte die Prüfungsstelle wider Erwarten nicht oder noch nicht mit der vorgeschlagenen Anspruchsfassung übereinstimmen, so wird zur Beschleunigung des Verfahrens eine Anhörung für sinnvoll ersehen und für diesen Fall hiermit beantragt.



Dieter Kottmann
Patentanwalt

Anlagen:

- 2x neue Patentansprüche 1 bis 8;
- 2x neue Beschreibungsseiten 2, 5, 5a bis 8;

Neue Patentansprüche 1 - 8

- 1 1. Verfahren zur Ermittlung eines durch Überkopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung bewirkten Nullpunktfehlers eines Corioliskreisels (1') in Closed-Loop-Ausführung, bei dem
- der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') durch eine Störkraft so beaufschlagt wird, dass eine Änderung der Anregungsschwingung des Resonators (2) bewirkt wird, wobei die Störkraft eine Störfrequenz aufweist, deren Periode wesentlich kleiner als eine Zeitkonstante der Anregungsschwingung, jedoch in der Größenordnung oder größer als eine Zeitkonstante des Corioliskreisels ist, und
- eine Änderung der Ausleseschwingung des Resonators (2), die durch eine Teilkomponente der Störkraft erzeugt wird, als Maß für den Nullpunktfehler aus einem die Ausleseschwingung des Resonators (2) repräsentierenden Auslesesignal extrahiert wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Störkraft eine Wechselkraft ist, die die Anregungsschwingung in ihrer Amplitude moduliert.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Änderung der Ausleseschwingung erfasst wird, indem das Auslesesignal einem Demodulationsprozess auf Basis der Störfrequenz unterworfen wird.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Störkraft durch ein Störsignal, das bandbegrenztes Rauschen ist, erzeugt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Linearkombination aus einem geregelten Teil eines Wechselsignals, das die Anregungsschwingung erzeugt, und einem Wechselsignal, das eine Rückstellung der Ausleseschwingung bewirkt, derart gebildet und auf einen Drehratenregelkreis/Quadraturregelkreis des Corioliskreisels gegeben wird, dass
- 30 die aus dem Auslesesignal ermittelte Änderung der Ausleseschwingung möglichst klein wird.
6. Corioliskreisels (1') in Closed-Loop-Ausführung, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Bestimmung eines durch Überkopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung bewirkten Nullpunktfehlers des Coriolis-

1 kreisels (1'), mit:

- einer Störeinheit (26), die den Resonator (2) des Corioliskreisels (1') mit einer Störkraft so beaufschlagt, dass die Anregungsschwingung des Resonators (2) moduliert wird, wobei

5 - die Störkraft eine Störfrequenz aufweist, deren Periode wesentlich kleiner als eine Zeitkonstante der Anregungsschwingung, jedoch in der Größenordnung oder größer als eine Zeitkonstante des Corioliskreisels ist,

- einer Störsignal-Detektiereinheit (27), die einen Störanteil, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch
10 eine Teilkomponente der Störkraft erzeugt wurde, als Maß für den Nullpunktfehler ermittelt.

7. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** eine Regelungseinheit (28), die eine Linearkombination aus einem geregelten Teil eines Wech-
15 selsignals, das die Anregungsschwingung erzeugt, und einem Wechselsignal, das eine Rückstellung der Ausleseschwingung bewirkt, bildet und auf den Drehratenregelkreis/Quadraturregelkreis des Corioliskreisels (1') gibt, wobei die Regelungseinheit die Linearkombination der Signale so regelt, dass der aus dem Auslesesignal ermittelte Störanteil der Ausleseschwingung möglichst klein.

20

8. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das von einem Drehratenregler (21) des Drehratenregelkreises ausgegeben wird, und die Linearkombination der Signale auf ein Ausgangssignal des Drehratenreglers

25 (21) aufaddiert.

30

35

Beschreibung

- 1 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines durch Überkopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung bewirkten Nullpunktfehlers eines Closed-Loop-Corioliskreisels.
- 5 Corioliskreisel (auch Vibrationskreisel genannt) werden in zunehmendem Umfang zu Navigationszwecken eingesetzt; sie weisen ein Massensystem auf, das in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingung ist in der Regel eine Überlagerung einer Vielzahl von Einzelschwingungen. Diese Einzelschwingungen des Massensystems sind zunächst voneinander unabhängig und lassen sich jeweils
- 10 abstrakt als "Resonatoren" auffassen. Zum Betrieb eines Vibrationskreisels sind wenigstens zwei Resonatoren erforderlich: einer dieser Resonatoren (erster Resonator) wird künstlich zu Schwingungen angeregt, die im Folgenden als "Anregungsschwingung" bezeichnet wird. Der andere Resonator (zweiter Resonator) wird nur dann zu Schwingungen angeregt, wenn der Vibrationskreisel bewegt/
- 15 gedreht wird. In diesem Fall treten nämlich Corioliskräfte auf, die den ersten Resonator mit dem zweiten Resonator koppeln, der Anregungsschwingung des ersten Resonators Energie entnehmen und diese auf die Ausleseschwingung des zweiten Resonators übertragen. Die Schwingung des zweiten Resonators wird im Folgenden als "Ausleseschwingung" bezeichnet. Um Bewegungen (insbesondere
- 20 Drehungen) des Corioliskreisels zu ermitteln, wird die Ausleseschwingung abgegriffen und ein entsprechendes Auslesesignal (z. B. das Ausleseschwingungs-Abgriffsignal) daraufhin untersucht, ob Änderungen in der Amplitude der Ausleseschwingung, die ein Maß für die Drehung des Corioliskreisels darstellen, aufgetreten sind. Corioliskreisel können sowohl als Open-Loop-System als auch als
- 25 Closed-Loop-System realisiert werden. In einem Closed-Loop-System wird über jeweilige Regelkreise die Amplitude der Ausleseschwingung fortlaufend auf einen festen Wert – vorzugsweise null – rückgestellt.

- Im Folgenden wird zur weiteren Verdeutlichung der Funktionsweise eines Corio-
- 30 liskreisels unter Bezugnahme auf Figur 2 ein Beispiel eines Corioliskreisels in Closed-Loop-Ausführung beschrieben.

Ein solcher Corioliskreisel 1 weist ein in Schwingungen versetzbares Massensystem 2 auf, das im Folgenden auch als "Resonator" bezeichnet wird. Diese Bezeichnung ist zu unterscheiden von den oben erwähnten "abstrakten" Resonato-

- 1 Frequenz ω_1 der Anregungsschwingung ist. Im Fall der Doppelresonanz beinhaltet das Ausgangssignal des vierten Tiefpassfilters 20 entsprechende Information über die Drehrate, im nichtdoppelresonanten Fall dagegen das Ausgangssignal des dritten Tiefpassfilters 16. Um zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten
5 doppelresonant/nichtdoppelresonant umzuschalten, ist ein Doppelschalter 25 vorgesehen, der die Ausgänge des dritten und vierten Tiefpassfilters 16, 20 wahlweise mit dem Drehratenregler 21 und dem Quadraturregler 17 verbindet.

- Aufgrund unvermeidbarer Fertigungstoleranzen lässt es sich nicht vermeiden,
10 dass das Kraftgebersystem, das den ersten Resonator (Anregungsschwingung) anregt, auch den zweiten Resonator (Ausleseschwingung) leicht anregt. Das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal setzt sich also aus einem Teil, der durch Corioliskräfte hervorgerufen wird, und einem Teil, der unerwünscht durch Fertigungstoleranzen hervorgerufen wird, zusammen. Der unerwünschte Teil verursacht
15 einen Nullpunktfehler des Corioliskreisels, dessen Größe jedoch nicht bekannt ist, da beim Abgreifen des Ausleseschwingungs-Abgriffssignals nicht zwischen diesen beiden Teilen differenziert werden kann.

- Offenlegungsschrift DE 199 39 998 A1 zeigt eine Vorrichtung zur Erzeugung von
20 Vorspannungen für die Elektroden eines Drehratensensors. Zur Erhöhung der Messgenauigkeit des Drehratensensors werden mittels einer Vorspannungserzeugungsanordnung Vorspannungen erzeugt, die an die Elektroden des Resonators angelegt werden. Dadurch wird eine Neigung des Resonators bewirkt. Diese Neigung wird so geregelt, dass der Quadraturanteil im Auslesesignal verschwindet.
25

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist es, ein Verfahren bereit zu stellen, mit dem der oben beschriebene Nullpunktfehler bestimmt werden kann.

- 30 Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ferner stellt die Erfindung einen Corioliskreisels gemäß Patentanspruch 7 bereit. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens finden sich in jeweiligen Unteransprüchen.
- 35 Erfindungsgemäß wird bei einem Verfahren zur Ermittlung eines durch Überkopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung bewirkten Nullpunktfehlers eines Corioliskreisels in Closed-Loop-Ausführung der Resonator

- 1 des Corioliskreisels durch eine Störkraft so beaufschlagt, dass eine Änderung der Anregungsschwingung des Resonators bewirkt wird, wobei
- die Störfrequenz des Störsignals/der Störkraft eine Periode aufweist, die wesentlich kleiner als eine Zeitkonstante der Anregungsschwingung, jedoch in
- 5 der Größenordnung oder größer als eine Zeitkonstante des Corioliskreisels ist, und eine Änderung der Ausleseschwingung des Resonators durch eine Teilkomponente der Störkraft als Maß für den Nullpunktfehler aus einem die Ausleseschwingung des Resonators repräsentierenden Auslesesignal extrahiert wird.
- 10 Unter "Resonator" wird hierbei das gesamte in Schwingung versetzbare Massensystem des Corioliskreisels verstanden, also mit Bezug auf Fig. 2 der mit Bezugsziffer 2 gekennzeichnete Teil des Corioliskreisels.

15

20

25

30

35

- 1 Eine der Erfindung zugrunde liegende wesentliche Erkenntnis ist, dass eine künstliche Änderung der Anregungsschwingung durch Beaufschlagen des Resonators mit entsprechenden Störkräften im Ausleseschwungs-Abgriffsignal beobachtbar ist: Die Änderung (Modulation) der Anregungsschwingung bewirkt
5 aufgrund der Fertigungstoleranzen des Corioliskreisels auch eine Änderung der Ausleseschwingung. Mit anderen Worten: Die Störkraft beaufschlagt im Wesentlichen den ersten Resonator, eine Teilkomponente dieser Störkraft beaufschlagt jedoch auch den zweiten Resonator. Die "Durchschlagsstärke" einer derartigen Störung auf das Ausleseschwungs-Abgriffsignal ist also ein Maß für den
10 Nullpunktfehler ("Bias") des Corioliskreisels. Ermittelt man also die Stärke des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils und vergleicht man diesen mit der Stärke der Störkraft (Änderung der Anregungsschwingung), so lässt sich daraus der Nullpunktfehler ableiten. Ein dem Störanteil proportionales Störanteilsignal kann dann direkt zur Kompensation des Nullpunktfehlers verwendet
15 werden.

- Vorzugsweise werden die Störkräfte durch Störsignale erzeugt, die entsprechenden Kraftgebern zugeführt werden bzw. auf Signale, die den Kraftgebern zugeführt werden, aufaddiert werden. Beispielsweise kann, um eine Störkraft zu erzeugen, ein Störsignal auf jeweilige Regelsignale zur Regelung der Anregungsschwingung aufaddiert werden.
20

- Vorzugsweise ist das Störsignal ein Wechselsignal, beispielsweise eine Überlagerung von Sinus- bzw. Kosinussignalen. Ein derartiges Wechselsignal erzeugt
25 über entsprechende Kraftgeber eine Wechselkraft, die die Anregungsschwingung in ihrer Amplitude moduliert. Das Wechselsignal weist in der Regel eine feste Störfrequenz auf, womit der Störanteil des Ausleseschwungs-Abgriffsignals durch einen entsprechenden Demodulationsprozess, der bei besagter Störfrequenz erfolgt, ermittelt werden kann.

- 30 Anstelle eines Wechselsignals kann auch bandbegrenztes Rauschen als Störsignal verwendet werden. In diesem Fall erfolgt die Demodulation durch Korrelation des Rauschsignals mit dem Signal, das den Störanteil enthält (z. B. das Ausleseschwungs-Abgriffsignal).

- 1 Eine Kompensation des Nullpunktfehlers lässt sich auf folgende Art und Weise erreichen: Es wird eine Linearkombination aus einem geregelten Teil eines Wechselsignals, das die Anregungsschwingung erzeugt, vorzugsweise einschließ-
5 lich des Störsignals, und einem Wechselsignal, das eine Rückstellung der Ausle-
seschwingung bewirkt, gebildet und auf einen Drehratenregelkreis/Quadratur-
regelkreis des Corioliskreisels gegeben. Der geregelte Teil wird hierbei so gere-
gelt, dass die aus dem Auslesesignal ermittelte Änderung der Ausleseschwin-
gung durch die Modulation (d. h. der Störanteil) möglichst klein wird.
- 10 Der Störanteil kann beispielsweise direkt aus dem Ausleseschwings-Abgriff-
signal ermittelt werden. Der Begriff "Auslesesignal" beinhaltet dieses Signal so-
wie das Signal, das an einem Quadraturregler eines Quadraturregelkreises an-
liegt oder von diesem ausgegeben wird, bzw. das Signal, das an einem Dreh-
ratenregler eines Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben
15 wird.

- Die Erfindung stellt weiterhin einen Corioliskreisel in Closed-Loop-Ausführung bereit, der gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zur Bestimmung eines
durch Überkopplung von Anregungsschwingung auf Ausleseschwingung bewirk-
20 ten Nullpunktfehlers des Corioliskreisels. Die Einrichtung weist auf:
- eine Störeinheit, die den Resonator des Corioliskreisels mit einer Stör-
kraft so beaufschlagt, dass die Anregungsschwingung des Resonators moduliert
wird, wobei
 - die Störfrequenz des Störsignals/der Störkraft eine Periode aufweist, die
25 wesentlich kleiner als eine Zeitkonstante der Anregungsschwingung, jedoch in
der Größenordnung oder größer als eine Zeitkonstante des Corioliskreisels ist,
 - eine Störsignal-Detektiereinheit, die einen Störanteil, der in einem die
Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch
eine Teilkomponente der Störkraft erzeugt wurde, als Maß für den Nullpunktfeh-
30 ler ermittelt.

- Wenn die Störkraft durch eine Wechselkraft mit einer bestimmten Störfrequenz
gegeben ist, weist die Störsignal-Detektiereinheit eine Demodulationseinheit
auf, mit der das Auslesesignal einem Demodulationsprozess (synchrone Demo-
35 dulation mit der Störfrequenz) unterzogen wird. Auf diese Weise wird aus dem
Auslesesignal der Störanteil ermittelt. Alternativ kann bandbegrenztes Rau-
schen als Störsignal Verwendung finden.

1 Zur Kompensation des Nullpunktfehlers ist vorteilhafterweise eine Regeleinheit
vorgesehen. Die Regeleinheit erzeugt eine Linearkombination aus einem geregel-
ten Teil eines Wechselsignals, das die Anregungsschwingung erzeugt (vorzugs-
weise einschließlich des Störsignals), und einem Wechselsignal, das eine Rück-
5 stellung der Ausleseschwingung bewirkt, und gibt dieses zusammengesetzte Si-
gnal auf den Drehratenregelkreis/Quadraturregelkreis des Corioliskreisels. Die
Linearkombination der Signale wird durch die Regeleinheit hierbei so geregelt,
dass der aus dem Auslesesignal ermittelte Störanteil der Ausleseschwingung
möglichst klein wird. Damit ist der Nullpunktfehler des Corioliskreisels kompen-
10 siert.

Die Störsignal-Detektiereinheit ermittelt den Störanteil vorzugsweise aus einem
Signal, das von einem Drehratenregler des Drehratenregelkreises ausgegeben
wird, wobei in diesem Beispiel die Regeleinheit die Linearkombination der Signa-
15 le auf ein Ausgangssignal des Drehratenreglers aufaddiert.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren die Erfin-
dung in beispielsweiser Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

20 **Figur 1** den schematischen Aufbau eines Corioliskreisels, der auf dem erfin-
dungsgemäßen Verfahren basiert;

Figur 2 den schematischen Aufbau eines herkömmlichen Corioliskreisels;

25 **Figur 3** eine Skizze zur Erläuterung des Zusammenspiels von Resonator, Kra-
ftgebersystem und Abgriffsystem in einem Corioliskreisels;

Figuren 4a bis 4d eine Skizze zur Erläuterung der Kräfte und Schwingungs-
amplituden für einen Corioliskreisels in Doppelresonanz;

30

Figuren 5a bis 5d eine Skizze zur Erläuterung der Kräfte und Schwingungsam-
plituden für einen Corioliskreisels nahe Doppelresonanz;

35

Figuren 6a bis 6d eine Skizze zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfah-
rens.

Letter from Müller Hoffmann & Partner

To the: German Patent & Trademark Office, 80297 Munich

Dated October 27, 2003, Ref.: Mü/Ko/My/rs

German Patent Application No. 102 48 736.7-52

Applicant: LITEF GmbH

Our Ref.: 53971

With regard to the examination decision dated April 9
2003

1. Please find attached the following documents:
 - 2 new patent claims 1-8;
 - 2 new description pages 2, 5, 5a to 8.

2. The examination proceedings should be continued and completed with the following documents:
 - new patent claims 1-8 in accordance with the attachment;
 - new description page 2 in accordance with the attachment;
 - original description pages 3 and 4;
 - new description pages 5, 5a to 8 in accordance with the attachment;
 - original description pages 9 to 12;
 - original figure sheets 1/4 to 4/4 with Figures 1 to 6.

3. The subject matter of the application with regard to a method for a closed-loop embodiment of a Coriolis gyro has been made more specific in the new patent claim 1. Furthermore, the features of the original patent claim 3 have been included in the new patent claim 1, as well. Finally, a specification has also been provided explaining that the zero-point error of interest is a zero-point error which results from coupling of the stimulation oscillation to the read oscillation.

An analogous process has been adopted with the new patent claim 6 (original patent claim 7) as well.

The new patent claim 2 corresponds to the original patent claim 2. The new patent claims 3 to 5 correspond to the original patent claims 4 to 6. The new patent claims 7 and 8 correspond to the original patent claims 9 and 10.

4. The applicant cannot agree with the opinion of the Examination Department that all of the features of the original patent claim 1 have been anticipated by the document 1) (DE 199 39 998 A1), prejudicing its novelty. No disturbance force is applied to the resonator of the Coriolis gyro in the document 1). Only bias voltage signals are applied to the resonator, although these do not produce any change in the stimulation oscillation and therefore cannot be regarded as disturbance signals. Instead of this, the bias voltage signals are used only to incline the rotation rate sensor. The test signals, which are described in column 1, paragraph 3 and are passed to acceleration sensors, have nothing to do with the invention as described in columns 2 and 3 and can thus also not be regarded as adversely affecting novelty, that is to say column 1, paragraph 3 must not be combined with columns 2 and 3.

Since the combination of the features of the original patent claim 1 is thus in no way disclosed by the citations quoted by the Examination Department, the original patent claim 1 is itself novel in comparison to all of the citations quoted by the Examination Department.

Analogous considerations apply to the other independent patent claim 6.

5. The principle of the invention as defined by the new patent claim 1 is to determine the strength of the coupling of the stimulation oscillation to the read oscillation by modulation of the stimulation oscillation and subsequent observation of the read signal. The important factor in this case is that the stimulation oscillation is modulated such that the stimulation oscillation is disturbed as little as possible, but as great a "penetration" as possible to the read signal can be observed. This is achieved by the disturbance force having a disturbance frequency whose period is considerably shorter than the time constant of the stimulation oscillation, but which is in the same order of magnitude as or is greater than the time constant of the Coriolis gyro. The effect described above can be produced by choice of such a disturbance frequency (minor change to the stimulation oscillation, but great "penetration").

The expression "time constant of the Coriolis gyro" in this case means the ratio (Q -factor of the Coriolis gyro)/(resonant frequency $\omega_{\text{resonance}}$ of the Coriolis gyro). This expression is familiar to those skilled in the art.

A method such as this, in particular the choice of a disturbance frequency value such as this, is not mentioned in any of the citations, and in particular not in the document 1). As already mentioned, the method disclosed in the document 1) discloses only the minimizing of a quadrature signal in the read signal of the Coriolis gyro by appropriate inclination of the Coriolis gyro. Furthermore, no separate disturbance signal is passed to the resonator. The disturbance frequency values indicated in the document 1) and the

document 2) (DE 199 10 415 A1) do not lie in the area according to the invention, either. However, the desired effect of disturbing the stimulation oscillation as little as possible can actually be achieved by such a choice of the disturbance frequency value producing a "penetration" which is as great as possible onto the read signal.

Analogous considerations apply to the other independent patent claim 6.

Since the effect described above is not described or indicated in any of the citations, the new patent claims 1 and 6 are also based on an inventive step.

6. The description has been matched to the new patent claims 1 to 8. Furthermore, the prior art that is relevant in this context has been included in the description introduction.
7. It is requested that a patent be granted on the basis of the subject matter of the documents mentioned in paragraph 2 above.
8. If the Examination Department cannot declare their agreement to the expectation, or cannot yet do so, with the proposed version of the claims then a hearing will be regarded as worthwhile in order to speed up the examination proceedings, and an application for such a hearing is hereby made for this situation.

[signed]
Dieter Kottmann
Patent Attorney

Attachments:

- 2 new patent claims 1 to 8
- 2 new description pages 2, 5, 5a to 8;

New Patent Claims 1 - 8

1. A method for determining of a zero-point error, which is produced by coupling of the stimulation oscillation to the read oscillation, in a closed-loop embodiment of a Coriolis gyro (1'), in which;
- 5 - the resonator (2) of the Coriolis gyro (1') has a disturbance force applied to it such that a change in the stimulation oscillation of the resonator (2) is brought about with the disturbance force having a disturbance frequency whose period is considerably shorter than the time constant of the stimulation oscillation, but is of the same order of magnitude as or is greater than the time constant of the Coriolis gyro, and
- 10 - a change in the read oscillation of the resonator (2), which is produced by a partial component of the disturbance force, is extracted as a measure of the zero-point error from a read signal which represents the read oscillation of the resonator (2).
- 15 2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the disturbance force is an alternating force which modulates the amplitude of the stimulation oscillation.
- 20 3. The method as claimed in claim 2, **characterized in that** the change in the read oscillation is detected by subjecting the read signal to a demodulation process on the basis of the disturbance frequency.
- 25 4. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the disturbance force is produced by a disturbance signal which is band-limited noise.
- 30 5. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** a linear combination is
- 35

formed of a controlled part of an alternating signal, which produces the stimulation oscillation, and an alternating signal, which results in the read oscillation being reset, and is passed to a rotation rate control loop/quadrature control loop for the Coriolis gyro, in such a way that the change in the read oscillation determined from the read signal becomes as small as possible.

10 6. A closed-loop embodiment of a Coriolis gyro (1'), **characterized by** a device for determining a zero-point error which is produced by stimulation oscillation being coupled to the read oscillation, of the Coriolis gyro (1'), having:

15 - a disturbance unit (26) which applies a disturbance force to the resonator (2) of the Coriolis gyro (1') such that the stimulation oscillation of the resonator (2) is modulated, with

- the disturbance force having a disturbance frequency whose period is considerably shorter than the time constant of the stimulation oscillation, but is of the same order of magnitude as or is greater than the time constant of the Coriolis gyro,

20 - a disturbance signal detection unit (27), which determines a disturbance component which is contained in a read signal (which represents the read oscillation) and has been produced by a partial component of the disturbance force, as a measure of the zero-point error.

30

7. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 6, **characterized by** a control unit (28), which forms a linear combination of a controlled part of an alternating signal, which produces the stimulation oscillation, and an alternating signal which results in the read oscillation being reset, and passes it to the rotation rate control loop/quadrature control loop for

the Coriolis gyro (1'), with the control unit controlling the linear combination of the signals such that the disturbance component, which is determined from the read signal, of the read oscillation becomes as small as possible.

8. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 7, **characterized in that** the disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from a signal which is emitted from a rotation rate regulator (21) in the rotation rate control loop, and the linear combination of the signals is added to an output signal from the rotation rate regulator (21).

Description

The invention relates to a method for determining a zero-point error, which is produced by coupling of the stimulation oscillation to the read oscillation, of a closed-loop Coriolis gyro.

Coriolis gyros, (which are also referred to as vibration gyros) are being used to an increasing extent for navigation purposes; they have a mass system which is caused to oscillate. This oscillation is generally a superimposition of a large number of individual oscillations. These individual oscillations of the mass system are initially independent of one another and can each be regarded in an abstract form as "resonators". At least two resonators are required for operation of a vibration gyro: one of these resonators (first resonator) is artificially stimulated to oscillate, with these oscillations being referred to in the following text as a "stimulation oscillation". The other resonator (the second resonator) is stimulated to oscillate only when the vibration gyro is moved/rotated. Specifically, Coriolis forces occur in this case which couple the first resonator to the second resonator, draw energy from the stimulation oscillation of the first resonator, and transfer this energy to the read oscillation of the second resonator. The oscillation of the second resonator is referred to in the following text as the "read oscillation". In order to determine movements (in particular rotations) of the Coriolis gyro, the read oscillation is tapped off and a corresponding read signal (for example the tapped-off read oscillation signal) is investigated to determine whether any changes have occurred in the amplitude of the read oscillation which represent a measure for the rotation of the Coriolis gyro. Coriolis gyros may be in the form of both an open loop system

and a closed loop system. In a closed loop system, the amplitude of the read oscillation is continuously reset to a fixed value - preferably zero - via respective control loops.

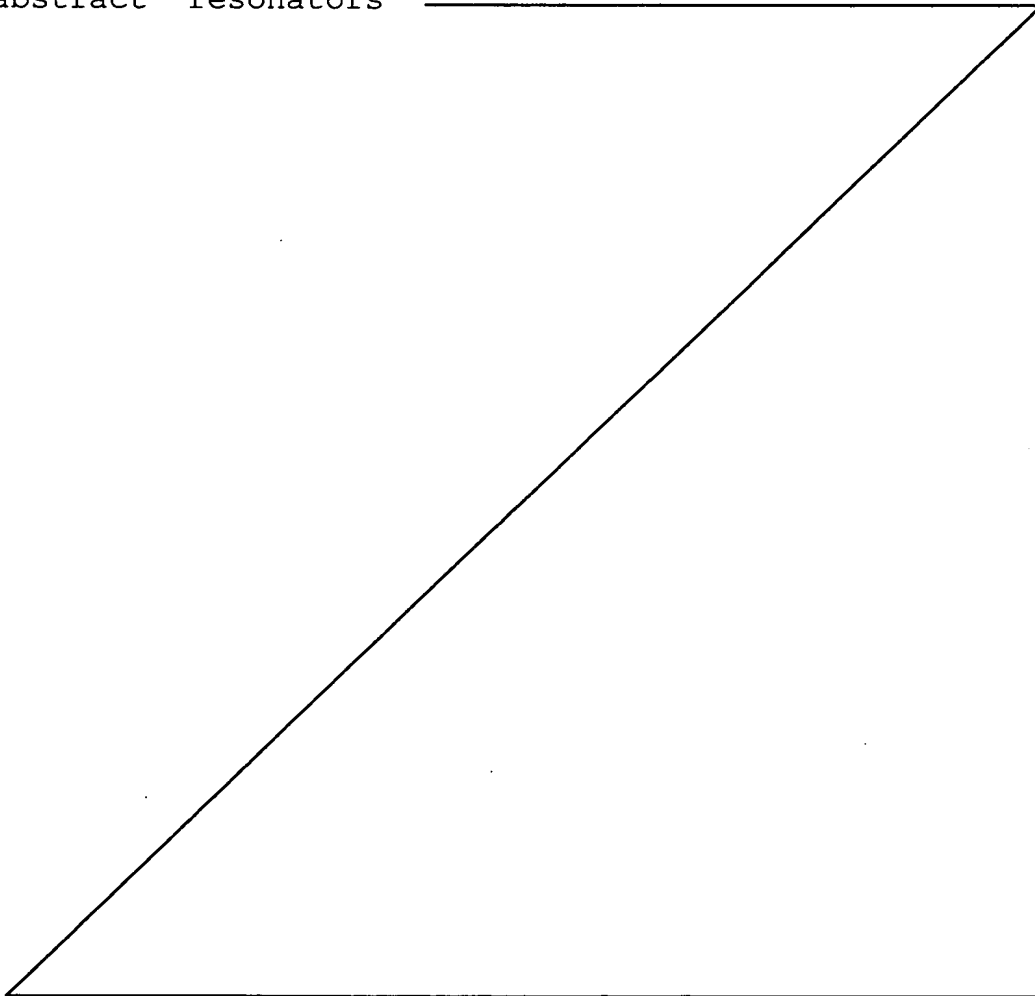
5

In order to further illustrate the method of operation of a Coriolis gyro, one example of a closed loop version of a Coriolis gyro will be described in the following text, with reference to Figure 2.

10

A Coriolis gyro 1 such as this has a mass system 2 which can be caused to oscillate and which is also referred to in the following text as a "resonator". This expression must be distinguished from the

15 "abstract" resonators



_____ differs from the frequency 1 of the stimulation oscillation. In the case of double-resonance, the output signal from the
5 fourth low-pass filter 20 contains corresponding information about the rotation rate, while, when it is not operated in a double-resonant form, on the other hand, it is the output signal from the third low-pass filter 16. In order to switch between the different
10 double-resonant/not double-resonant modes, a doubling switch 25 is provided, which connects the outputs of the third and fourth low-pass filters 16, 20 selectively to the rotation rate regulator 21 and to the quadrature regulator 17.

15

Unavoidable manufacturing tolerances mean that it is not possible to avoid the force transmitter system which stimulates the first resonator (stimulation oscillation) also slightly stimulating the second
20 resonator (read oscillation). The tapped-off read oscillation signal is thus composed of a part which is caused by Coriolis forces and a part which is undesirably caused by manufacturing tolerances. The undesirable part results in the Coriolis gyro having a
25 zero-point error whose magnitude is, however, unknown, since it is not possible to distinguish between these two parts when tapping off the tapped-off read oscillation signal.

30 Laid-open patent specification DE 199 39 998 A1 discloses a device for producing bias voltages for the electrodes of a rotation rate sensor. In order to increase the measurement accuracy of the rotation rate sensor, bias voltages are produced by means of a bias
35 voltage production arrangement, and are applied to the electrodes of the resonator. This causes the resonator to tilt. This tilting is controlled such that the

quadrature component in the read signal disappears.

The object on which the invention is based is to provide a method by means of which the zero-point error
5 described above can be determined.

This object is achieved by the method as claimed in the features of patent claim 1. The invention furthermore provides a Coriolis gyro as claimed in patent claim 7.
10 Advantageous refinements and developments of the idea of the invention can be found in the respective dependent claims.

According to the invention, in the case of a method for
15 determining a zero-point error, which is produced by coupling of the stimulation oscillation to the read oscillation, in a closed-loop embodiment of a Coriolis gyro, the resonator of the Coriolis gyro has a disturbance force applied to it, so as to produce a change in the
20 stimulation oscillation of the resonator, with the disturbance frequency of the disturbance signal/disturbance force having a period which is considerably shorter than the time constant of the stimulation oscillation, but is of the same order of
25 magnitude as or is greater than the time constant of the Coriolis gyro, and a change in the read oscillation of the resonator resulting from a partial component of the disturbance force is extracted as a measure of the zero-point error from a read signal which represents the read
30 oscillation of the resonator.

In this case, the wording "resonator" means the entire mass system which can be caused to oscillate in the Coriolis gyro, that is to say, with reference to Figure
35 2, that part of the Coriolis gyro which is annotated with the reference number 2.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.